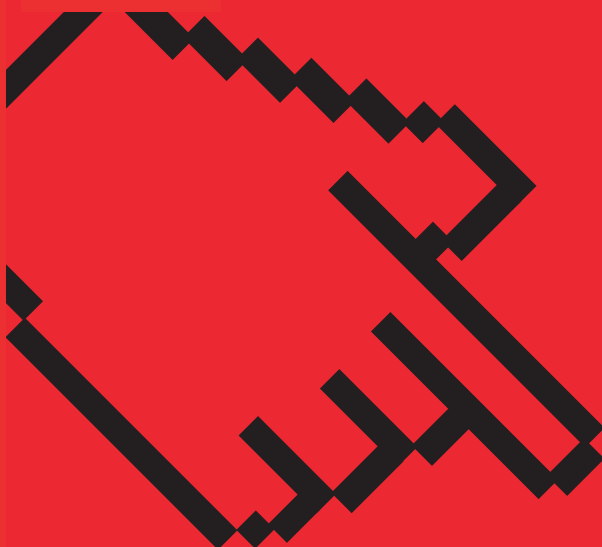


Cruz, S. & Lencastre, J. A. (2013). Avaliação da Usabilidade de um Recurso Pedagógico de Matemática para o Quadro Interativo Multimédia, In Maria João Gomes, António José Osório, Altina Ramos, Bento Duarte da Silva & Luís Valente (orgs.), *Atas da VIII Conferência Internacional de TIC na Educação - Challenges 2013*, (1493-1504). Braga: Universidade do Minho. ISBN: 978-989-97374-2-6



1999-2013

challenges  
2013

15-16 julho | 2013

Universidade do Minho | Braga | Portugal

**ATAS DA VIII CONFERÊNCIA  
INTERNACIONAL DE TIC NA EDUCAÇÃO**

PROCEEDINGS OF THE VIII INTERNATIONAL  
CONFERENCE ON ICT IN EDUCATION

**Challenges 2013: Aprender a qualquer hora  
e em qualquer lugar, learning anytime anywhere**

(Organizadores)

Maria João Gomes | António José Osório | Altina Ramos  
Bento Duarte da Silva | Luís Valente

ISBN: 978-989-97374-2-6

CENTRO DE COMPETÊNCIA TIC DO INSTITUTO DE EDUCAÇÃO  
DA UNIVERSIDADE DO MINHO, BRAGA, PORTUGAL

# **AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DE UM RECURSO PEDAGÓGICO DE MATEMÁTICA PARA O QUADRO INTERATIVO MULTIMÉDIA**

Sara Cruz

Leya, Portugal

José Alberto Lencastre

Universidade do Minho, Portugal

O artigo apresenta o desenho e desenvolvimento de um protótipo Web multimédia organizado para auxiliar os professores de matemática a usarem algumas das ferramentas do ActivInspire na produção de recursos pedagógicos para o Quadro Interativo Multimédia (QIM). Na fase da análise exploratória recolhemos dados sobre as necessidades de formação em TIC e particularmente em QIM. Tendo por base os dados obtidos e os referenciais teóricos existentes, foi desenhado e construído o protótipo. Ao longo deste processo realizaram-se testes de avaliação da usabilidade com peritos e com o público-alvo no sentido de o adequar a esse público. Com os resultados destes testes de usabilidade podemos afirmar que o protótipo respondeu às necessidades dos professores, despertando-lhes interesse por utilizar esta tecnologia e realizar formação nesta área.

Palavras-chave: Quadro interativo, multimédia, tecnologias, ambientes de aprendizagem, ensino

The paper presents the design and development of a Web multimedia prototype organized to help math teachers in using some ActivInspire tools to produce resources for the Interactive Multimedia Whiteboard (IMW). In the analysis phase we collected data on training needs in ICT, particularly in IMW. Based on the data obtained and on the state-of-art, we designed and developed the prototype. In this process, usability tests with experts and with users were conducted. Based on the results of usability testing, we can say the prototype met the needs of teachers, arousing their interest in using this technology and in undertaking training in this area.

Keywords: whiteboard, multimedia, technologies, learning environments, teaching

## **Introdução**

Na sociedade atual, as exigências perante a prática docente impõem novas dinâmicas de trabalho e de formação que favoreçam cada vez mais o apreender, de forma autónoma. Para melhor aproveitar as potencialidades do Quadro Interativo Multimédia (QIM) é importante conhecer muito bem este equipamento multimédia. Conhecer o QIM não só no sentido do seu uso como também no sentido das suas potencialidades pedagógicas, de modo a rentabilizar o mais possível essas potencialidades ao serviço do processo de ensino-aprendizagem.

A integração dos QIM no ensino poderá ser um importante fator de inovação pedagógica, permitindo aos docentes renovarem as suas práticas de trabalho. Um dos principais problemas à sua implementação é a falta de formação do corpo docente nesta área, problema cuja gravidade aumenta conforme as tecnologias aumentam a sua diversidade e importância na nossa vida social e nos nossos hábitos quotidianos (Lencastre & Araújo, 2007).

Neste contexto, desenvolvemos um protótipo Web multimédia com o intuito de auxiliar os docentes na utilização do QIM e que permita aprender a utilizar algumas ferramentas de um software específico.

### **As TIC na atividade profissional do docente**

A atividade docente engloba não só a prática letiva propriamente dita, em que o professor está em contacto direto com os alunos, mas também toda uma intervenção na comunidade escolar, na sua relação com o meio, em atividades associadas à escola, para além de outros aspetos inerentes à sua vida profissional (Santos, 2001). As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) assumem-se, cada vez mais, como uma linguagem de comunicação e um instrumento de trabalho. Estas são cada vez mais utilizadas por alunos e docentes como um importante meio de acesso à informação, de transformação e produção de informação, de comunicação “à distância” e ainda como ferramenta de trabalho interativo e colaborativo. Permitem manipular e produzir informação através da escrita, da imagem, do som, de documentos multimédia, possibilitando, deste modo, novas formas de interação entre os vários intervenientes, apoiando o processo de ensino-aprendizagem. Além do professor, hoje os alunos trabalham com um conjunto vastíssimo de objetos eletrónicos cheios de potencial para serem aproveitados no processo de ensino-aprendizagem, por isso é ilógico não os utilizar com fins pedagógicos (Lencastre & Araújo, 2007). Neste sentido, começou a ser exigido ao professor novas competências e uma atualização permanente dos seus conhecimentos nesta área. Estes dois aspetos, competência e atualização, constituem-se como um trampolim para que o professor se torne proficiente no uso das TIC, na sua prática profissional (Machado et al, 2012). Assim, as TIC apoiam o ensino de conteúdos e influenciam a forma como a disciplina de Matemática é ensinada e/ou aprendida (NCTM, 2008).

### **O quadro interativo multimédia e o ensino da matemática**

O QIM é um equipamento tecnológico que, pela interatividade que proporciona, se assume como uma ferramenta de ensino com muitas potencialidades pedagógicas e didáticas. Permite a exploração de

documentos em vários formatos (ppt, doc, excel e e-books), de software específico, jogos e testes interativos como os “QuizFaber” ou “HotPotatoes” (Cruz, 2012). Possibilita a utilização de vídeos, imagens, gráficos durante a aula, assim como a interação com conteúdos que se encontram na Internet (Meireles, 2006). Permite criar, modificar, visualizar uma determinada informação ou controlar um computador recorrendo apenas a um dedo, uma caneta ou outra tecnologia similar (Silva & Torres, 2009). Assim, a utilização deste equipamento tecnológico proporciona um maior envolvimento dos alunos, aumentando a sua motivação para a aprendizagem, promovendo a aprendizagem cooperativa (aumento de interações entre pares) e reforçando o papel do professor como mediador dos processos de aprendizagem (Machado et al, 2012). É uma ferramenta com muitas potencialidades para o ensino da Matemática pelas ferramentas interativas específicas da Matemática que disponibiliza (Cruz, 2012), nomeadamente software específico de Geometria — como o Cabri3D, Cinderella, GeoGebra, GSP ou Poly —, Funções — como o Ncalc ou o Winplot — e até jogos e testes interativos — como os QuizFaber ou HotPotatoes.

A utilização do QIM pode também favorecer práticas de sala de aula mais interativas, promovendo a colaboração e a partilha de saberes, favorecendo, a construção de conhecimento matemático (Machado et al, 2012). Deste modo, o professor de Matemática tem a possibilidade de utilizar uma vasta gama de aplicativos para apoiar o processo de ensino. Pode utilizar calculadoras científicas ou calculadoras gráficas virtuais, grelhas, programas, ferramentas, aplicativos de matemática que têm por base aplicações de software. O docente pode também utilizar nas suas aulas o QIM para: (1) promover o pensamento de ordem superior, mudando facilmente a concentração do aluno de apenas lembrar o conteúdo para obter uma compreensão profunda dos conceitos que estão a ser ensinados, (2) conduzir conversações substantivas que permitem à classe criar ou negociar compreensão do assunto, potenciando a criação de ambientes favoráveis à discussão de ideias.

Fitas e Costa (2013) numa síntese sobre investigações subordinadas ao QIM e ao seu contributo para o ensino da disciplina de Matemática, realizadas em vários países (EUA, Reino Unido, Austrália e França), referem que, para os docentes o uso do QIM traz vários benefícios para o ensino. De entre os benefícios apresentados nesta síntese destacamos os seguintes: possibilidade de rever conceitos, de gravar e disponibilizar materiais; aumentar a motivação/ concentração; promover a visualização espacial nos alunos; facilitar a utilização de software específico da Matemática ou outros materiais disponibilizados online; possibilitar a adaptação às necessidades dos alunos e possibilitar a utilização de uma grande diversidade de recursos; minimizar o tempo do professor gasto nas aulas em tarefas como o desenho geométrico e permitir um maior rigor. Também em Portugal, num estudo realizado por Sampaio e Coutinho (2008) a utilização desta tecnologia mostrou uma grande aplicabilidade no ensino da Matemática, trazendo vantagens tanto para alunos

como para professores ao nível da facilidade de registo, da possibilidade de envio de materiais, trabalho com software específico da disciplina, escrita sem necessitar do teclado do computador e possibilidade de trabalhar com informação e aplicações disponíveis na Internet.

A utilização do QIM deve ter por base as suas potencialidades para o processo de ensino aprendizagem mas também deve ser acompanhado de uma análise das implicações dessa tecnologia, no sentido de encontrar orientações claras de natureza pedagógica (PTE, 2007). De realçar também que apesar das vantagens que são atribuídas a esta tecnologia, a sua introdução em sala de aula não garante por si só a aprendizagem dos conteúdos e o desenvolvimento de competências nos alunos, dependendo da forma como é utilizado e do grau de atenção/motivação do aluno (Lencastre e Araújo, 2007).

### **Construção do protótipo**

Utilizamos uma metodologia de investigação-ação baseada na *Development Research* com o intuito de permitir utilizar simultaneamente abordagens práticas e teóricas possibilitando não só a análise de algo como também a construção fundamentada de um modelo. Deste modo, a development research permite obter dados diretos para melhorar a construção do objeto em estudo e analisar o impacto do mesmo no processo educativo num funcionamento próximo da investigação-ação (Lencastre, 2012). Optou-se por esta metodologia por se ter presente a relevância da prática reflexiva neste tipo de produção científica.

Para a construção do protótipo recorreu-se ao seguinte software: Adobe® Captivate® Professional CS5.5, Adobe® Flash® Professional CS5.5, Adobe® Premiere® Professional CS5.5, Adobe® Dreamweaver® Professional CS5.5, Adobe® Photoshop® Professional CS5.5 e o Camtasia Studio™ 7 da Techsmith® para a captura de ecrã. Este protótipo pode ser visualizado no seguinte endereço: [http://tic.ipiaget.org/prototipo\\_mat/](http://tic.ipiaget.org/prototipo_mat/).

Ao longo de todo o processo de desenho do protótipo multimédia houve simultaneamente com a pesquisa bibliográfica a realização de testes de avaliação com peritos e com utilizadores, no sentido de se atingir as condições de usabilidade.

## AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DE UM RECURSO PEDAGÓGICO DE MATEMÁTICA PARA O QUADRO INTERATIVO MULTIMÉDIA



Figura 1 Protótipo

### Avaliação heurística

A avaliação heurística é um método de usabilidade desenvolvidos por Nielsen e Molich (1990), onde se procura analisar exaustivamente os elementos de interação do sistema tendo em consideração uma série de princípios aceites como normas, a que chamamos heurísticas de usabilidade (Nielsen e Molich, 1990). Segundo estes autores, um grupo de peritos (três a cinco avaliadores) testa individualmente o produto multimédia à procura de situações problema que não cumpram as referidas heurísticas. Na avaliação heurística todos os problemas encontrados deverão ser assinalados pelo perito que os situa numa escala de severidade. É importante que a tarefa seja levada a cabo por cada perito individualmente, para que não existam influências que tornem o resultado tendencioso. Terminados os testes, todas as anotações dos peritos deverão ser compiladas numa lista de problemas. Cada problema identificado deverá referenciar a heurística violada e com que grau de severidade.

Com a versão Alpha 1.1 foram realizados três testes de usabilidade, com um especialista em Multimédia, um especialista em Matemática e um especialista em Informática, tal como ilustra o quadro seguinte:

Quadro 1 resumo dos testes à versão Alpha 1.1

Teste de usabilidade	Versão do Protótipo	Especialista	Objetivos da avaliação
1.º teste	Alpha 1.1	Multimédia	Avaliar a funcionalidade e o Design

Teste de usabilidade	Versão do Protótipo	Especialista	Objetivos da avaliação
2.º teste	Alpha 1.1	Conteúdo (Matemática)	Avaliar a cientificidade do conteúdo. Reformular e melhorar os conteúdos didáticos
3.º teste	Alpha 1.1	Informática	Encontrar potenciais problemas e propor soluções.

No sentido de tornar o produto mais apelativo e facilmente acessível ao público-alvo passou-se o protótipo para uma versão online, sendo necessário fazer alterações na estrutura inicial e na linguagem de programação base utilizada. A linguagem de programação utilizada passou a ser o HTML, recorrendo-se ainda ao *ActionScript* para a elaboração das animações. Procedemos também a alguns ajustes de modo a aperfeiçoar o sistema e fizemos algumas alterações ao nível da acessibilidade dos ícones apresentados.

Com a versão Alpha 1.2 foram realizados dois testes, com um especialista em Multimédia e com um especialista em Tecnologia educativa, tal como podemos observar no quadro seguinte:

Quadro 2 resumo dos testes à versão Alpha 1.2

Teste de usabilidade	Versão do Protótipo	Especialista	Objetivos da avaliação
4.º teste	Alpha 1.2	Multimédia	Encontrar situações onde os critérios de usabilidade não são cumpridos
5.º teste	Alpha 1.2	Tecnologia educativa	Perceber os pontos fortes e pontos fracos do protótipo

Após a realização dos testes de avaliação heurística descritos nesta versão, e tendo em conta as orientações e recomendações dos peritos, foram feitos os ajustes e alterações necessárias ao protótipo avançando-se para a versão Beta do mesmo. Com esta versão Beta foi realizado um teste de usabilidade com o público-alvo, neste caso, professores de matemática. Utilizou-se uma amostra por conveniência, constituída por cinco elementos próximos do público-alvo, tendo por base a disponibilidade dos participantes para colaborar com o estudo.



### **Avaliação da usabilidade com utilizadores**

O 6.º teste de avaliação da usabilidade foi realizado com professores de matemática. Pretendemos com este teste não só apoiar o trabalho até aqui desenvolvido mas também medir questões relativas às funcionalidades do protótipo e também a facilidade do seu uso como ferramenta de trabalho, tal como refere (Nielsen, 1993).

De um modo geral, podemos referir que a usabilidade se mede em relação às características do sistema e ao grau de satisfação obtido pelo utilizador. Segundo Smith e Mayes (1996) para ter usabilidade o produto deve ser: (1) fácil de aprender, (2) fácil de usar e (3) conseguir obter satisfação por parte do utilizador. Para ser fácil de aprender, o utilizador deve conseguir perceber com facilidade a interface, as possibilidades de navegação e o tipo de informação que disponibiliza. Para ser fácil de usar, o sujeito deve conseguir orientar-se no documento e conseguir navegar nele com simplicidade e encontrar com rapidez a informação que procura. Para conseguir a satisfação do utilizador, o documento deve ter uma interface agradável, deve ter um conteúdo útil e uma estrutura simples, que não faça “pensar” (Krug, 2006).

### **Resultados**

Com o 1.º Teste de avaliação da usabilidade, com perito em multimédia, pretendemos testar a usabilidade da versão Alpha 1.1, avaliando o protótipo a partir das 10 heurísticas de Nielsen e Molich (1990), tal como se observa no quadro seguinte:

Quadro 3 Resultados do inquérito por questionário

<b>Heurísticas</b>	<b>% de Respostas</b>		
	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Não Avaliado</b>
1. Visibilidade do estado do sistema	67%	0%	33%
2. Correspondência linguagem do sistema/linguagem do utilizador	100%	0%	0%
3. Controlo e liberdade do utilizador	100%	0%	0%
4. Consistência e Normas	89%	11%	0%
5. Prevenção de erros	50%	0%	50%

<b>Heurísticas</b>	<b>% de Respostas</b>		
	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Não Avaliado</b>
6. Reconhecimento em vez de Memorização	90%	10%	0%
7. Flexibilidade e Eficiência	75%	0%	25%
8. Desenho estético e minimalista	91%	9%	0%
9. Ajudar o utilizador a reconhecer/diagnosticar/recuperar dos erros	100%	0%	0%
10. Ajuda e Documentação	0%	0%	100%

Tendo por base as orientações da avaliação, optámos por verificar, analisar e retificar aspetos considerados relevantes para melhorar a usabilidade e acessibilidade do produto multimédia. Assim, a nossa proposta de correção foi ao encontro do sugerido pela avaliação feita, ou seja, a introdução de feedback visual para facilitar a distinção entre opções. A apresentação de possíveis soluções para encontrar formas de atenuar esse erro. A seleção de cores adequadas e a verificação do tamanho do tipo de letra utilizada.

No 2.º Teste de avaliação da usabilidade, com perito de conteúdo, pretendemos reformular e melhorar os conteúdos didáticos disponíveis no protótipo, submetendo-o a uma avaliação por um especialista na área da Matemática. Este considerou válido e pertinente o conteúdo apresentado.

No 3.º Teste de avaliação da usabilidade, com perito em informática, o objetivo foi encontrar potenciais problemas e apresentar soluções para a resolução dos mesmos. Pretendeu-se que o perito visse as 10 heurísticas de usabilidade com o objetivo de detetar problemas no protótipo. Os dados obtidos neste teste foram próximos do 2.º teste de avaliação da usabilidade e indicam que, de um modo geral, o especialista avaliou de forma positiva o protótipo.

No 4.º teste de avaliação da usabilidade, com perito em multimédia, pretendemos testar a usabilidade da versão 1.2 do protótipo. Com este teste procuramos encontrar dificuldades na utilização do protótipo, problemas de visualização dos recursos disponibilizados assim como das diversas partes do protótipo, despistar situações a corrigir e advertências no sentido de o melhorar. O teste teve por base as 10 heurísticas e com ele pretendemos encontrar situações onde os critérios de usabilidade não são cumpridos. Assim, o protótipo foi submetido a uma avaliação por um especialista na área de multimédia para aferir o grau de severidade. De um modo geral, a avaliação do especialista foi positiva, tal como se observa no quadro seguinte:

AVALIAÇÃO DA USABILIDADE DE UM RECURSO PEDAGÓGICO DE MATEMÁTICA  
PARA O QUADRO INTERATIVO MULTIMÉDIA

Quadro 4 Resultados do inquérito por questionário

Heurísticas	Grau de severidade				
	Sem importância	Cosmético	Simples	Grave	Catastrófico
1. Visibilidade do estado do sistema		X			
2. Equivalência entre o sistema e o mundo real	X				
3. Liberdade e controlo do utilizador	X				
4. Consistência e padrões		X			
5. Prevenção de erros			X		
6. Reconhecer em vez de lembrar	X				
7. Flexibilidade e eficiência de uso	X				
8. Design estético e minimalista	X				
9. Auxílio para o utilizador reconhecer, diagnosticar e recuperar dos erros	X				
10. Ajuda e documentação			X		

Com esta avaliação foi detetado que o formulário de contacto não estava a enviar corretamente a mensagem para o endereço de e-mail pretendido e foi sugerido que se alterasse a forma como os vídeos estavam a aparecer. O formulário de contacto foi corrigido e acrescentou-se a barra controladora que permite escolher o momento de visualização (avançar, retroceder) para facilitar a visualização dos vídeos.

O 5.º Teste de avaliação com especialista em tecnologia educativa foi feito através da navegação, tendo como objetivo perceber os pontos fortes e pontos fracos do produto multimédia. A recolha da informação na avaliação heurística irá servir para reformular o protótipo multimédia de acordo com as necessidades diagnosticadas, as recomendações e as indicações dos peritos. Neste teste foi detetada a incorreção na escrita de uma palavra, foi sugerida uma organização diferente para os elementos que são disponibilizados na parte de introdução do protótipo e alertado para o facto de nem sempre a visualização dos vídeos ser a melhor. Na parte dedicada aos links também foi sugerida uma distribuição de modo a deixar mais espaço livre entre a

informação disponibilizada. Nesse sentido, optou-se por colocar a referência ao link e de seguida apresentar o endereço de acesso, deixando mais espaço entre cada um dos pontos de informação.

O 6.º Teste de avaliação da usabilidade com utilizadores permitiu-nos consultar o público real a quem se destina o protótipo. Quisemos saber se o protótipo se ajusta aos objetivos e ao grau de satisfação obtido pelo utilizador. Ou seja, se é (1) fácil de aprender, (2) fácil de usar e (3) consegue satisfazer o utilizador.

Pretendia-se que o grupo de cinco pessoas que compõem a amostra realizasse a tarefa apenas com a informação disponibilizada no protótipo. Assim, cada professor deveria conseguir construir um flipchart de forma autónoma utilizando para tal apenas a informação disponibilizada no protótipo. Após a realização desta tarefa, ao nível da usabilidade, podemos referir que: o protótipo é fácil de utilizar na medida em que entre os participantes havia pessoas sem formação na utilização dos QIM; é fácil de aprender uma vez que todos conseguiram concluir a tarefa que lhes foi pedida; permite a satisfação do utilizador porque todos manifestaram interesse em explorar mais o protótipo para além do que realmente precisavam e lhes foi pedido para a elaboração do *flipchart*.

## **Conclusão**

Este artigo teve como objetivo apresentar o desenho e desenvolvimento de um protótipo Web multimédia organizado para ensinar os professores a usarem algumas ferramentas do ActivInspire. Numa fase exploratória, pudemos observar um grupo de professores e apurar que manifestam dificuldades na utilização dos QIM em sala de aula por falta de conhecimento. No entanto, todos os docentes consultados admitem vantagens didáticas no uso desta tecnologia e mostram interesse em saber mais sobre a utilização do QIM, o que também confirma dados já obtidos num estudo de Moraes (2012). Observamos ainda que os docentes não utilizam todo o potencial desta ferramenta pedagógica, tal como já foi referenciado por Silva e Torres (2009). Estes docentes utilizam o QIM essencialmente para projetar textos, imagens ou ficheiros (excel ou word), o que está de acordo com os dados obtidos no estudo de Cruz (2012).

Os dados recolhidos nos vários testes de avaliação da usabilidade realizados com os peritos serviram para reformular o protótipo de acordo com as necessidades diagnosticadas e as recomendações dos especialistas.

Os resultados e reflexões levantadas durante a avaliação da última versão do protótipo multimédia pelos professores de matemática permitiu-nos validar que atingimos o nosso objectivo: o protótipo foi útil na realização prática de atividades com as ferramentas de matemática do ActivInspire e poderá ser útil para os professores em geral.

A forma como os professores reagiram a este estudo mostra que é necessário criar espaços Web com informação que os auxilie a utilizar e adaptar diferentes aplicações.

## Referências

- Cruz, S. (2012). *As TIC na atividade profissional do professor de matemática: um estudo com incidência na prática docente*. (Tese de Mestrado). Braga: Universidade do Minho.
- Fitas, E. S., & Costa, C. (2013). Quadros interactivos: relato de investigações realizadas no âmbito do ensino e aprendizagem da matemática. *Atas do Encontro da SPIEM: Tecnologias na Educação Matemática*. Vieira de Leiria, Sociedade Portuguesa de Investigação em Educação Matemática.
- Krug, S. (2006). *Don't Make Me Think!: A Common Sense Approach to Web Usability*. Berkeley: New Riders.
- Lencastre, J., & Araújo, M. (2007). Impacto das tecnologias em contexto educativo formal. In A. Barca, M. Peralbo, A. Porto, B. Duarte da Silva, & L. Almeida (Eds.), *Libro de Actas do Congreso Internacional Galego-Portugués de Psicopedagogía. Coruña: Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, pp.624-632.
- Lencastre, J., & Chaves, J. (2007). Avaliação Heurística de um Sítio Web Educativo: o Caso do Protótipo "Atelier da Imagem". In Paulo Dias & António José Osório (org), *Ambientes Educativos Emergentes*. Universidade do Minho: Centro de Competência. pp.159-176.
- Machado, A., Esteves, J., Cruz, S., Vasconcelos, T., & Lencastre, J. (2011). Protótipo multimédia para suporte de formação em QIM. In *Atas do ieTIC - Conferencia Ibérica em Inovação na Educação com TIC*. Bragança: Instituto Politécnico de Bragança. pp.474-490.
- Meireles, A. (2006). Uso de quadros interactivos em educação: uma experiência em Físico-Químicas com vantagens e "resistências". (Dissertação de Mestrado). Porto: Universidade do Porto.
- Morais, M. (2012). *O Quadro Interactivo Multimédia na formação de professores: desenho e desenvolvimento de um protótipo interactivo para consolidação de competências*. (Tese de Mestrado). Vila Nova de Gaia: Instituto Piaget.
- National Council of Teachers of Mathematics (2008). *Princípios e Normas para a Matemática Escolar*. Lisboa: APM.
- Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. New Jersey: Academic Press.
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. In *proceedings of the Association for Computing Machinery CHI'90* (pp. 249-256). Nova York: ACM.
- Ponte, J. P. (2003). *O ensino da Matemática em Portugal: Uma prioridade educativa? In O ensino da Matemática: Situação e perspectivas*. Lisboa: Conselho Nacional de Educação. pp. 21-56.

- PTE (2007). Plano tecnológico da educação. <http://www.pte.gov.pt/pte/PT/index.htm>.
- Sampaio, P., & Coutinho, C. (2008). Aplicação do Quadro Interactivo na Aprendizagem de Equações. In *XVIII Encontro de Investigação em Educação Matemática – XVII E/EM*. Vieira de Leiria: SEM, SPCE.
- Santos, L. (2001). A prática lectiva como actividade de resolução de problemas: Um estudo com três professoras do ensino secundário. *Actas XII/SEEM*. Lisboa: APM, pp. 57-77.
- Silva, F., & Torres, J. (2009). Avaliação da utilização em sala de aula um quadro digital interativo baseado no WIIMOTE. *Revista da faculdade de Ciência e Tecnologia*. pp. 34-45.
- Smith, C., & Mayes, T. (1996). *Telematics Applications for Education and Training: Usability Guide*. Commission of the European Communities, DGXIII Project.